



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Konsep Dasar Antena

Antena adalah suatu piranti yang digunakan untuk merambatkan dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik. Pemancaran merupakan satu proses perpindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antena pemancar. Sedangkan penerimaan adalah satu proses penerimaan gelombang radio atau elektromagnetik dari ruang bebas melalui antena penerima. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan saluran pencatunya.

Secara umum, antena dibedakan menjadi antena isotropis, antena *omnidirectional*, antena *directional*, antena *phase array*. Antena isotropis (*isotropic*) merupakan sumber titik yang memancarkan daya ke segala arah dengan intensitas yang sama, seperti permukaan bola. Antena ini tidak ada dalam kenyataan dan hanya digunakan sebagai dasar untuk merancang dan menganalisa struktur antena yang lebih kompleks.

Antena *omnidirectional* adalah antena yang memancarkan daya ke segala arah, dan bentuk pola radiasinya digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit. Antena ini ada dalam kenyataan, dan dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antena yang lebih kompleks. Contoh antena ini adalah antena dipole setengah panjang gelombang.

Antena *directional* merupakan antena yang memancarkan daya ke arah tertentu. Gain antena ini relatif lebih besar dari antena *omnidirectional*. Contoh, suatu antena dengan gain 10 dBi (kadang-kadang dinyatakan dengan “dBi” atau disingkat “dB” saja). Artinya antena ini pada arah tertentu memancarkan daya 10 dB lebih besar dibanding dengan antena isotropis. Ketiga jenis antena di atas merupakan antena tunggal, dan bentuk pola radiasinya tidak dapat berubah tanpa merubah fisik antena atau memutar secara mekanik dari fisik antena.

Selanjutnya adalah antena *phase array*, yang merupakan gabungan atau konfigurasi *array* dari beberapa antena sederhana dan menggabungkan sinyal yang menginduksi masing-masing antena tersebut untuk membentuk pola radiasi tertentu pada keluaran *array*. Setiap antena



yang menyusun konfigurasi *array* disebut dengan elemen *array*. Arah *gain* maksimum dari antenna *phase array* dapat ditentukan dengan pengaturan fase antar elemen-elemen *array*.



Gambar 2.1 Antena sebagai Pengirim dan Penerima  
(Sumber : [www.repository.usu.ac.id/bitstream/20II.pdf](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/20II.pdf))

## 2.2. Parameter Antena

Antena merupakan salah satu perangkat yang digunakan pada sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang dapat mengirim dan menerima sinyal melalui ruang bebas [11]. Berdasarkan *Institute Electrical and Electronics Engineer* (IEEE) antena adalah satu bagian dari sistem pemancar dan penerima yang dirancang untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [12]. Performansi suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter yang dimiliki antena tersebut. Beberapa dari parameter antena saling berkaitan satu sama lain. Adapun beberapa parameter antena yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah direktivitas (pengarahan), efisiensi, impedansi antena, *return loss*, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR), *bandwidth*, *gain* antena, *beamwidth*, polarisasi, dan pola radiasi (*radiation pattern*), [11].

### 2.2.1. Direktivitas Antena

Direktivitas antena merupakan pengarah konsentrasi energi dan besar pengarah pola radiasi suatu antena dimana semakin tinggi direktivitas suatu antena maka lebar berkas (*main beam*) pola radiasi akan semakin sempit sehingga antena semakin fokus [11]. Direktivitas antena bergantung pada pola radiasi yang dihasilkan antena tersebut. Pola radiasi antena yang mengarah sama ke segala arah memiliki direktivitas sama dengan 0 dB.



### 2.2.2. Efisiensi Antena

Efisiensi suatu antena merupakan perbandingan antara daya yang diradiasikan suatu antena dengan daya yang disalurkan ke antena tersebut dimana semakin tinggi efisiensi antena maka semakin banyak daya diradiasikan oleh antena tersebut, dan sebaliknya semakin rendah efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diserap oleh antena dan menjadi hilang (*loss*) dalam antena yang disebabkan impedansi yang tidak cocok (*missmatch*) [11]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta = \epsilon_R = \frac{P_{rad}}{P_{input}} \quad (2.1)$$

$$\eta_T = \epsilon_T = M_L \cdot \epsilon_R \quad (2.2)$$

keterangan :

$\eta = \epsilon_R$  = Efisiensi antena

$\eta_T = \epsilon_T$  = Efisiensi total

$P_{rad}$  = Daya yang diradiasikan antena

$P_{input}$  = Daya yang dimasukan ke antena

$M_L$  = *Loss missmatch* impedansi antena

### 2.2.3. Impedansi Antena

Impedansi antena merupakan impedansi *input* yang diberikan antena terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi *input* juga parameter penting untuk mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena [11]. Hubungan antara impedansi input ( $Z_{in}$ ) dengan impedansi saluran transmisi ( $Z_0$ ) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi ( $\Gamma$ ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$\Gamma = \frac{(Z_{in} - Z_0)}{(Z_{in} + Z_0)} \quad (2.3)$$



Pada gambar di atas menunjukkan bahwa ketika signal 1 meningkat maka bernilai positif dan ketika signal 2 menurun maka bernilai negatif. Karena posisi kedua signal tegak lurus satu sama lain, dan gelombang yang dihasilkan menjadi garis dikuadrant II. ketika sinyal 1 menurun menuju nol sinyal 2 meningkat menuju nol maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis dikuadrant ii tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis dalam kasus sebelumnya. Ketika sinyal 1 menurun dalam nilai negatif dan sinyal 2 meningkat dalam nilai positif maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis di kuadrant IV. Dapat dipahami bahwa sinyal yang dihasilkan dari sinyal 1 dan sinyal 2 menghasilkan sinyal yang terlihat seperti garis lurus dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu.

#### 2.2.4. Return Loss

*Return loss* merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* juga menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah suatu antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan. Antena yang baik memiliki nilai *return loss* -10 dB dimana nilai gelombang yang direfleksikan lebih kecil dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan saluran transmisi, sehingga saluran transmisi telah *matching* dengan antenna.

*Return loss* terjadi karena *missmatch* antara saluran transmisi dengan impedansi masukan antenna, besarnya *return loss* bervariasi bergantung pada frekuensi yang digunakan dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Return Loss (dB)} = -20 \log |\Gamma| \quad (2.4)$$

$\Gamma$  = koefisien refleksi

#### 2.2.5 Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum ( $V_{max}$ ) dan tegangan minimum ( $V_{min}$ ) pada suatu gelombang berdiri (*standing wave*) akibat adanya refleksi gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi *input* antenna dengan saluran transmisi dan *feeder* [11]. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan





antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( ). Berikut ini adalah persamaan yang dirumuskan untuk mengetahui nilai VSWR suatu antenna [11].

$$VSWR = \frac{|V_{max}|}{|V_{min}|} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.5)$$

Koefisien refleksi tegangan ( ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari adalah nol [11], maka :

- a.  $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
- b.  $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna.
- c.  $\Gamma = +1$  : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Antena yang baik adalah ketika VSWR bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada prakteknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk pabrikan antenna adalah VSWR 2.

#### 2.2.6. Bandwidth Antena

*Bandwidth* antena merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antena yang membuat antena dapat memiliki spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *return loss*. Sehingga suatu antena yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai *bandwidth* yang diberikan [11].

*Bandwidth* suatu antena memiliki beberapa jenis yaitu sebagai berikut:

- a. *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran transmisi. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR dimana nilai *return loss* dianggap baik  $-10$  dB.
- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *bandwidth*, *side lobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi dan memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.



- c. *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi di mana polarisasi masih terjadi.

*Bandwidth* suatu antenna dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini:

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.6)$$

keterangan :

BW = *bandwidth*

(*f<sub>min</sub>*) = frekuensi terendah

(*f<sub>max</sub>*) = frekuensi tertinggi

### 2.2.7. *Gain* Antena

*Gain* antena merupakan faktor perbandingan antara daya *output* atau *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dengan daya *input* yang diberikan kepada suatu antena. Besarnya *gain* suatu antena dapat dihitung dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antena dengan intensitas radiasi antena sumber dengan daya *input* yang sama. *Gain* mempunyai satuan *decibel* (dB), sedangkan satuan *gain* dengan antena sumber isotropik adalah *decibel isotropic* (dBi) [11]. *Gain* suatu antena berhubungan dengan direktivitas dan efisiensi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$G = D \cdot \epsilon_R \quad (2.7)$$

keterangan :

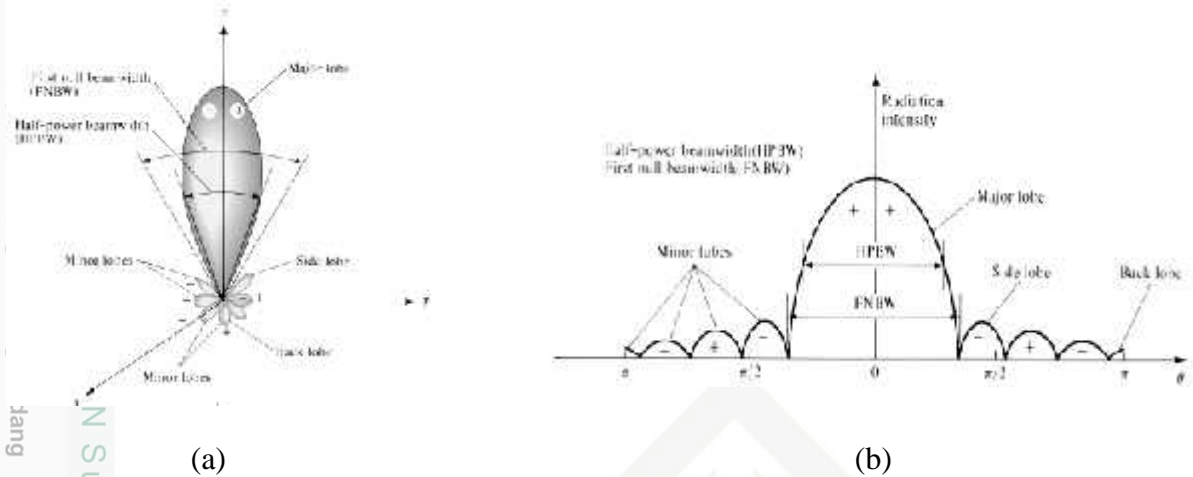
G = *Gain* antena

D = Direktivitas antena

$\epsilon_R$  = Efisiensi antena

### 2.2.8. *Beamwidth* Antena

*Beamwidth* antena merupakan besar berkas antena yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antena. Berkas antena ini memiliki luas yang disebut luas berkas (*beam area*) yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antena. Berikut ini adalah gambar pola radiasi yang menunjukkan bagian *lobe-lobe* suatu antena [11].



Gambar 2.2. (a) Pola Radiasi plot 3D (b) Pola radiasi plot linear dengan bagian-bagiannya  
(Sumber : Balanis, 2005)

keterangan :

- Main lobe/major lobe* (pancaran utama) adalah daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
- Side lobe/minor lobe* (pancaran sisi) adalah daerah pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama dan digunakan untuk menentukan karakteristik pola radiasi
- Back lobe* (pancaran belakang) adalah daerah pancaran ke arah belakang
- Half Power Beamwidth* (HPBW) atau lebar pancaran setengah daya adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang 50 % (-3dB) dari puncak utama
- Final Null Beamwidth* (FNBW) atau lebar pancaran bernilai nol adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang sampai dengan nol
- Front to back ratio* adalah perbandingan antara *main lobe* dengan *back lobe*

### 2.2.9 Polarisasi Antena

Polarisasi antena merupakan orientasi perambatan radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu antena dimana arah elemen antena terhadap permukaan bumi sebagai referensi lain. Energi yang berasal dari antena yang dipancarkan dalam bentuk *sphere*, dimana bagian kecil dari *sphere* disebut dengan *wave front*. Pada umumnya semua titik pada gelombang depan sama dengan jarak antara antena. Selanjutnya dari antena tersebut,

gelombang akan membentuk kurva yang kecil atau mendekati. Dengan mempertimbangkan jarak, *right angle* ke arah dimana gelombang tersebut dipancarkan.

Ada dua macam polarisasi antenna yaitu polarisasi *vertikal* dan polarisasi *horizontal*.

a. Polarisasi *Vertikal*

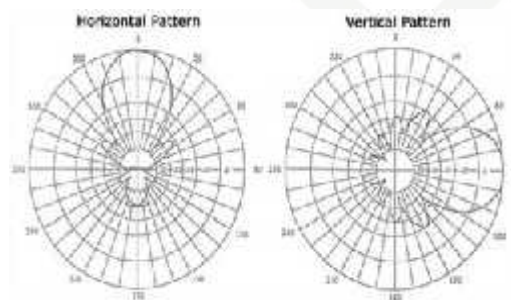
Radiasi gelombang elektromagnetik dibangkitkan oleh medan magnetik dan gaya listrik yang selalu berada di sudut kanan. Kebanyakan gelombang elektromagnetik dalam ruang bebas dapat dikatakan berpolarisasi *linier*. Arah dari polarisasi searah dengan vektor listrik. Bahwa polarisasi tersebut adalah *vertikal* jika garis medan listrik yang disebut dengan garis E berupa garis vertikal maka gelombang dapat dikatakan sebagai polarisasi vertikal.

b. Polarisasi *Horizontal*

Antena dikatakan berpolarisasi *horizontal* jika elemen antenna *horizontal* terhadap permukaan tanah. Polarisasi horizontal digunakan pada beberapa jaringan *wireless*.

### 2.2.10. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antenna merupakan diagram radiasi yang menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan oleh suatu antenna. Besaran ini diukur dalam ruang pada medan jauh dengan jarak yang konstan terhadap antenna dengan sudut yang bervariasi (sudut  $\theta$  dan sudut  $\phi$ ). Pola radiasi antenna juga menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi bebas atau bagaimana antenna menerima energi melalui ruang bebas [11]. Berdasarkan pola radiasinya, maka antenna dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu antenna *unidirectional*, *isotropic* dan *omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.



(a)



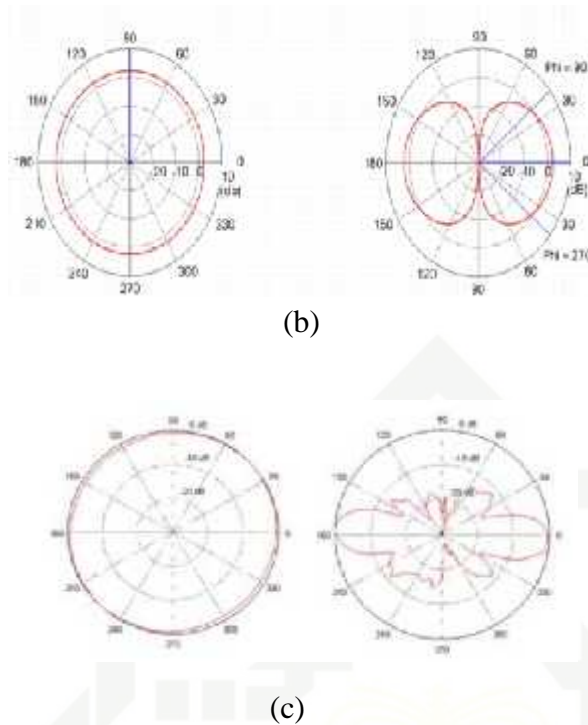
#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.3. (a) Pola Radiasi, (b) *Unidirectional*, (c) *Isotropic Omnidirectional*  
(Sumber : Balanis, 2005)

### 2.3. Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA)

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) dikembangkan oleh G.C Southworth Pada tahun 1946 ia mulai mengembangkan *Radial Line Slot Antenna* yaitu jenis antena yang dapat digunakan untuk system komunikasi jarak jauh. [8]. Pada tahun 1957, seorang peneliti yang bernama K.C Kelly dengan konsep *Radial Line Slot Antenna* berupa lingkaran yang memiliki *slot-slot* yang tersusun berbentuk cincin dari berbagai arah dengan pola radiasi dan berbentuk pensil. Pada tahun 1960 *Radial Line Slot Antenna* mengalami perubahan dan penyempurnaan mulai dari perangkat untuk mengirim dan menerima sinyal pada sistem komunikasi satelit.[8-11].

Pada tahun 1980 peneliti dari jepang Goto dan Yamatomo melakukan penelitian antena RLSA dengan merancang struktur antena dua lapisan berongga yang memiliki *feeder* di pusat antena dan menggunakan teknik pengaturan *slot* yang berbentuk melingkar atau cincin [8]. Pada tahun 1985, M. Ando berhasil berhasil meneliti dan mengembangkan antena RLSA untuk aplikasi TV satelit pada frekuensi 12 GHz [2]. Kemudian pada tahun 1988-1995



M.Ando dan peneliti lainnya dari Jepang berhasil meneliti performansi antenna RLSA yaitu dengan teknik pengaturan *slot* [2], teknik *beamsquint* [3], teknik *slot* penghapus sinyal dan refleksi pada antenna RLSA [6], teknik spiral penyesuaian *slot* [5] dimana pengembangan tersebut berhasil digunakan dan dapat membuat prototype antenna RLSA dengan diterapkan pada aplikasi *Direct Broadcast Satellite* (DBS) pada frekuensi *Ku-Band* di Jepang [5],[6].

Keberhasilan dari peneliti Jepang dengan membuat antenna RLSA mendorong peneliti-peneliti dari Negara lain untuk melakukan penelitian dan pengembangan dan perperformansi antenna RLSA yang dapat diterapkan pada aplikasi seperti *wireless LAN*[8-10]. Pada tahun 2002, A. R. Tharek dan I. K. Farah Ayu peneliti dari Malaysia berhasil mengembagkan antenna RLSA untuk aplikasi komunikasi *wireless LAN indoor* pada frekuensi 5,5 GHz [8].

Pada tahun 2007, M. R. U. Islam peneliti dari Malaysia berhasil merancang antenna RLSA untuk komunikasi *pont to point* pada frekuensi 5,8 GHz [14]. Pada tahun 2007 juga M. I. Imran berhasil mengembangkan penelitiannya yang membahas tentang teknik *beamsquint* untuk komunikasi *point to point wireless LAN* pada frekuensi 5,8 GHz, sehingga antenna yang dihasilkannya memiliki peningkatan performansi dari antenna sebelumnya[15].

Kemudian pada tahun 2013 peneliti dari Indonesia berhasil mengembangkan teknik untuk meningkatkan performansi antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHZ dengan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4) dan teknik *exstream beamsquint* [21]. Selanjutnya beliau juga berhasil mengembangkan *software* berbasis bahasa pemograman *Visual Basic Aplication* (VBA) yang mampu merancang, menggambar dan memotong antenna RLSA dengan lebih cepat dan akurat. Dibandingkan dengan menggunakan rancangan manual yang memakan waktu lebih lama dan kurang akurat untuk merancang sebuah antenna. Dan T. Purnamirza berhasil membangun sebuah *prototype* antenna RLSA dengan menggunakan aplikasi VBA untuk aplikasi *wireless LAN* pada frekuensi 5,8 GHz [21].

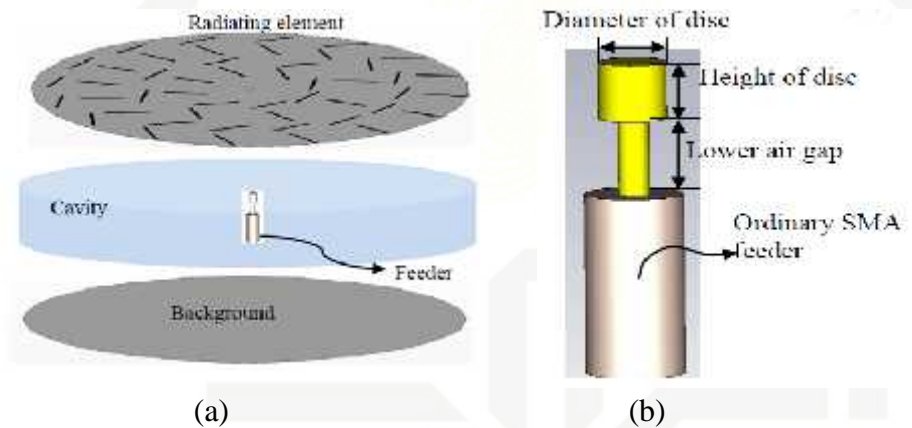
## 2.4. Karakteristik Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan antenna pemancar yang berbentuk piringan seperti cakram yang datar dengan banyak *slot* dan *feeder* yang berada dibagian belakang *dish* antenna [12]. Karakteristik antenna RLSA dan yang membedakan antenna ini dengan antenna pemancar lainnya adalah sebagai berikut.



### 2.4.1 Struktur Dasar Antena RLSA

Struktur dasar antena RLSA terdiri dari elemen pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder* [20-21]. Komponen piringan antena RLSA (*Radiating element*) berupa logam tembaga kuningan yang datar dan banyak terdiri dari banyak pasangan *slot* yang tersusun secara *array*. Bagian rongga (*cavity*) berupa bahan dielektrik berbentuk tabung dan ukurannya sama dengan *radiating element* yang berfungsi sebagai *waveguide* yang berfungsi sebagai pembawa sinyal dari *feeder* dan menyebarkan sinyal secara *radial* keseluruhan permukaan *slot radiating element* [21]. Sedangkan bagian *background* terletak di bagian belakang antena berbentuk piringan datar tanpa *slot* yang terbuat dari logam yang sama dengan *radiating element*. *Feeder* merupakan bagian penting dari antena RLSA berbahan logam aluminium, tembaga atau kuningan yang terletak di tengah antena dan berfungsi sebagai pembawa sinyal dari media transmisi ke antena [20-21]. Berikut ini adalah gambar struktur dasar antena RLSA dan *feeder*.



Gambar 2.4. (a) Struktur Dasar Antena RLSA (b) *Feeder*

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

### 2.4.2 Sistem Kerja Antena RLSA

Setiap jenis antena yang ada memiliki sistem kerja yang berbeda sesuai dengan fungsi dan bentuk dari antena tersebut. Antena RLSA memiliki sistem kerja sebagai berikut.

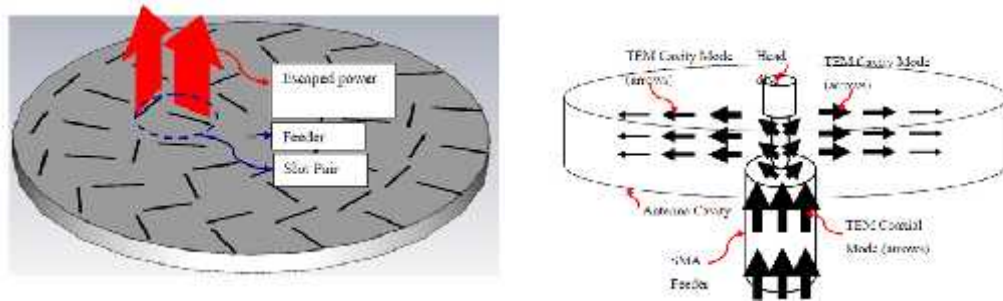


#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.5. Sistem Kerja Antena RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

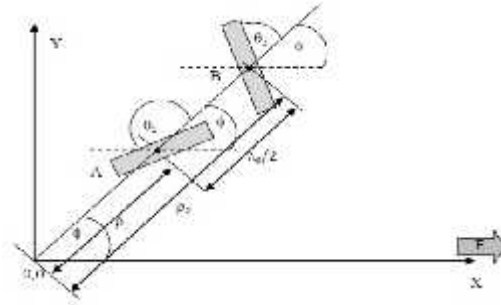
Antena RLSA mengirim atau menerima sinyal gelombang elektromagnetik melalui ruang bebas melalui *slot-slot* yang ada pada *radiating element*. Gambar 2.5. menunjukkan bahwa sistem propagasi sinyal melalui dua tahap yaitu TEM *coaxial mode* dan TEM *cavity mode* [20-21]. Sinyal disimbolkan dengan tanda arah panah keatas disalurkan melalui *feeder* yang terletak pada bagian rongga antenna atau *cavity* antenna.

*Feeder* yang digunakan adalah jenis *Sub Miniature version A* (SMA) yang selanjutnya dimodifikasi dengan menambahkan kepala *disc* seperti gambar 2.8. yang berfungsi untuk mengubah sinyal dari TEM *coaxial mode* menjadi TEM *cavity mode*, sehingga sinyal yang disalurkan *feeder* akan merambat dalam TEM *mode* dengan arah radial pada bagian rongga (*cavity*) yang kemudian dipancarkan melalui banyak pasang *slot* pada *radiating element* menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM) [21].

#### 2.4.3. Orientasi Slot Antena RLSA

Antena RLSA memiliki banyak pasang *slot* pada *radiating element*. Setiap pasang *slot* memiliki posisi yang berbeda-beda. Sehingga perlu dilakukan pengaturan agar letak posisi setiap pasang *slot* pada antenna RLSA menjadi benar untuk menghindari terjadinya *overlapping*. Gambar berikut ini menampilkan pengaturan pasangan *slot*.





Gambar 2.6. Pengaturan Geometri Pasangan Slot

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Gambar 2.6. diatas menunjukkan pengaturan geometri letak posisi pasangan slot (slot A dan B) dan pemasangan sudut kemiringan slot (sudut  $\theta_1$  dan  $\theta_2$ ) menggunakan teknik *beamsquint* untuk mendapatkan polarisasi linear. Adapun rumus persamaan dari pengaturan sudut pada slot yaitu sebagai berikut [21].

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left[ \arctan \left( \frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right] \quad (2.8)$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left[ \arctan \left( \frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right] \quad (2.9)$$

keterangan :

- $\theta_1$  = sudut kemiringan slot 1
- $\theta_2$  = sudut kemiringan slot 2
- $\phi_T$  = sudut *beamsquint* pada arah elevasi
- $\phi$  = sudut azimuth dari posisi slot 1 dan slot 2
- $\phi_T$  = sudut *beamsquint* pada arah azimuth

#### 2.4.4. Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Pasangan slot pada *radiating element* antena RLSA yang membentuk polarisasi linear dinamakan unit radiator. Pengaturan posisi unit radiator pada *radiating element* harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat, karena jika ada kesalahan kecil dapat mengurangi performansi antena yang dihasilkan [21]. Berikut ini gambar yang menampilkan pengaturan geometri unit radiator.

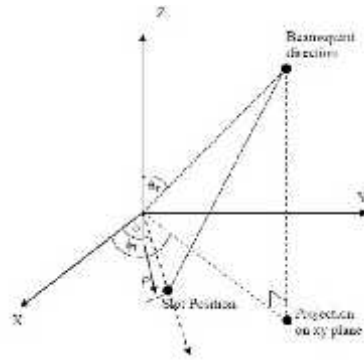


#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7. Pengaturan Geometri Unit Radiator

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

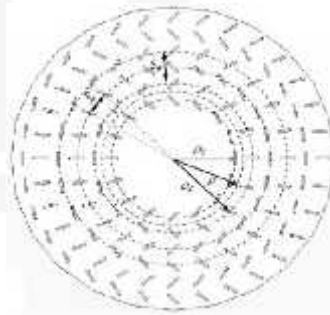
Berdasarkan gambar 2.7. diatas jarak unit radiator dari titik pusat dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [20].

$$\rho_p = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.10)$$

dimana :

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sedangkan untuk parameter *slot* antena dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.8. Parameter *Slot* Antena RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [20].

$$s_p = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.11)$$



Sedangkan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada *ring* yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [20].

$$s_p = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1-\xi^2 \sin^2 \theta_T}} \quad (2.12)$$

keterangan :

$\lambda_g$  = panjang gelombang sinyal didalam *cavity* antenna

$\epsilon_r$  = permitifitas relatif *cavity* antenna

$\theta_T$  = sudut *beamsquint* pada arah elevasi

= sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan 2

$\phi_T$  = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

$n$  = nomor *ring* (1,2,3...)

$q$  = nomor *integer* (1,2,3...) menyatakan jarak *ring* dari titik pusat antenna

$p$  = jumlah unit radiasi pada *ring* yang terdalam

Berdasarkan persamaan (2.5) dimana jarak dari pusat unit radiator untuk *slot* 1 atau *slot* 2 adalah  $\lambda_g/4$ , maka dapat dirumus persamaan jarak antara *slot* dari titik pusat sebagai berikut [20].

$$\rho_{p1} = \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.13)$$

$$\rho_{p2} = \frac{(n-1+q+0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.14)$$

#### 2.4.5. Panjang Slot Antena RLSA

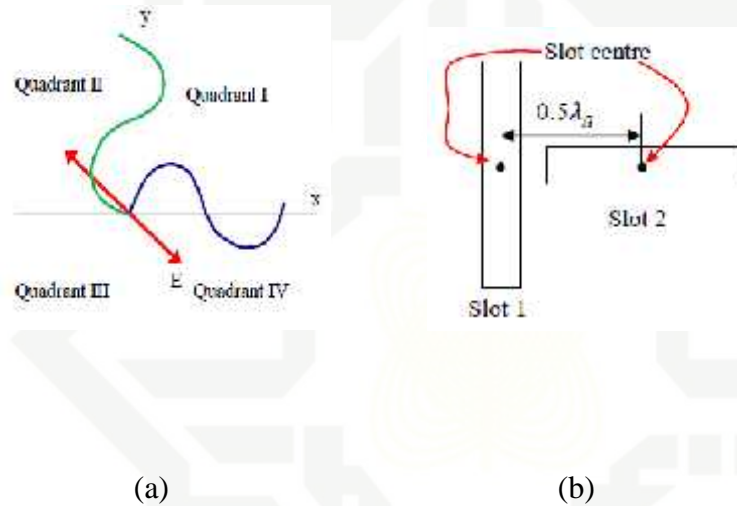
Panjang *slot* antenna RLSA adalah jarak antara *slot* dengan titik pusat antenna tersebut. Antena RLSA memiliki panjang *slot* pada bagian *radiating element* yang bervariasi dengan tujuan setiap *slot* menghasilkan pola pancaran yang sama. Panjang *slot* dengan variabel  $p$  dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini [20].

$$L_{rad} = (4.9876 \times 10^{-3} \rho) \frac{12.5 \times 10^3}{f_c}$$

(2.15)

#### 2.4.6. Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi antena RLSA memberikan informasi tentang arah orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena tersebut. Sepasang slot memancarkan sinyal pada *radiating element* antena RLSA. Polarisasi antena RLSA dihasilkan dari penggabungan sinyal sepasang slot, dapat dilihat pada gambar berikut ini [21].



Gambar 2.9. Pembentukan Polarisasi antena RLSA  
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Gambar 2.9.(a) menunjukkan ketika sinyal slot 1 meningkat dalam nilai positif, sinyal slot 2 menurun dalam nilai negatif dimana posisi keduanya tegak lurus satu sama lain, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran II. Selanjutnya ketika sinyal slot 1 menurun menuju nol dan sinyal slot 2 meningkat menuju nol, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran II, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Namun, ketika sinyal slot 1 menurun dalam nilai negatif dan sinyal slot 2 meningkat dalam nilai positif, maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis lurus di kuadran IV.

Gambar 29.(b) dapat disimpulkan dari pasangan slot dimana sinyal dari slot 1 dengan sinyal dari slot 2 memiliki beda fasa sebesar 180° dan memiliki jarak setengah panjang





gelombang ( $0,5 \lambda_g$ ) satu sama lain. Orientasi *slot* 1 dengan *slot* 2 yang tegak lurus satu sama lain dan pada gambar 2.9.(a) sinyal dari *slot* 1 (warna hijau) dan *slot* 2 (warna biru) juga tegak lurus satu sama lainnya.

Kemudian ketika sinyal *slot* 1 meningkat menuju nol dan sinyal *slot* 2 menurun menuju nol, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran IV, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Sehingga sinyal yang dihasilkan dari *slot* 1 dan *slot* 2 menghasilkan sinyal yang terlihat seperti linear (garis lurus) dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu yang disebut polarisasi linear [21].

## 2.5. Teknik Hybrid

Teknik hybrid dikembangkan untuk meminimalkan koefisiensi dan mengurangi ukuran antenna RLSA. Penelitian ini menggunakan isilah dari VSA sejak diameter antenna RLSA 150 mm. yang lebih kecil dari antenna SA-RLSA diameter kurang dari 300 mm. teknik hybrid ini adalah kombinasi dari dua teknik yaitu:

- Teknik beamsuint ekstrim yaitu digunakan untuk berkonsentrasi posisi slot di daerah tertentu dari unsur memancar antenna VSA-RLSA, sehingga daerah tertentu dari unsur memancar dari VSA-RLSA akan sepenuhnya ditutupi oleh slot.
- Teknik pemotongan yaitu teknik pemotongan VSA-RLSA menjadi beberapa sektor, sektor yang sepenuhnya ditutupi oleh slot antenna yang lebih kecil.

Bagian ini menjelaskan teori bagaimana teknik hybrid dapat mengurangi ukuran dan meminimalkan koefisien refleksi antenna VSA-RLSA, selain itu teori juga menjelaskan bagaimana untuk memusatkan posisi slot menggunakan teknik beamsquint ekstrim dan teori tentang factor unsur VSA-RLSA antenna. Penjelasan ini bertujuan untuk mendukung bagaimana teknik hybrid dapat meminimalkan koefisien reflaksi dari antenna VSA-RLSA.

### 2.5.1. Pengarahan Full Circle VSA-RLSA dan Quarter Potong VSA-RLSA Antena

Kuartal memotong antenna VSA-RLSA memiliki lebih rendah dari lingkaran penuh antenna VSA-RLSA. ini berasal dari dua sebab, pertama kuartal memotong antenna VSA-RLSA memiliki jumlah slot kecil (9 slot) dibandingkan dengan lingkaran penuh VSA-RLSA antenna (17 slot) sebagai konsekuensi dari antenna pemotongan. Jumlah yang lebih kecil dari slot akan mengurangi faktor array dari antenna, dan kemudian menurun directivitynya. Kedua,



ada kebocoran listrik bersama garis pemotongan cut antenna VSA-RLSA, seperti Gambar 2.16 (b) menunjukkan. Kebocoran listrik akan mengganggu kekuatan dipancarkan oleh slot, sehingga mengurangi directivity. Namun, directivity kuartal memotong antenna VSA-RLSA tidak terlalu banyak lebih rendah dari lingkaran penuh antenna VSA-RLSA, dari kuartal memotong VSA-RLSA antenna memiliki slot elemen faktor empat kali lebih tinggi dari faktor elemen dari lingkaran penuh VSA-RLSA.

Ha-Sip, Dididuri Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU